

PCT/DE03/02611

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 15 SEP 2003
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 35 452.9

Anmeldetag: 02. August 2002

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung eines keramischen
Substrats

IPC: C 04 B, H 01 G

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 29. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

D. Ottens
Letzang

A 9161
06/00
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines keramischen Substrats

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Substrats, wobei ein Grundkörper bereitgestellt wird, der einen Stapel von übereinanderliegenden Schichten aufweist. Die Schichten des Stapels enthalten ein ungesinter-
10 tes Keramikmaterial. Der Grundkörper wird entbindert und ge-
sintert.

Es ist ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt, wo-
bei das Entkohlen des Grundkörpers in einem Kammerofen durch-
geföhrt wird, welcher über eine längere Zeit auf eine für das
15 Entkohlen geeignete Temperatur geheizt wird. Anschließend
wird der Grundkörper dem Kammerofen entnommen und zusammen
mit anderen bereits entkohlten Grundkörpern mit einem Förder-
band einem Förderband-fähigen Sinterofen zugeführt. Das Sin-
tern dauert nicht so lange wie das Entkohlen, weswegen die
20 Verwendung eines kontinuierlichen Prozesses hier in Betracht
kommt.

Das bekannte Verfahren hat den Nachteil, daß es zur Herstel-
lung von Vielschichtsubstraten, bei denen Schichten mit
Durchkontaktierungen versehen sind, nicht geeignet ist. Es
wurde festgestellt, daß bei der Herstellung solcher Viel-
schichtsubstrate häufig Risse zwischen den Durchkontaktierun-
gen, die üblicherweise aus einer metallhaltigen Paste gefer-
tigt sind und der die Umgebung der Durchführung bildenden ke-
30 ramikhaltigen Schicht auftreten.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfah-
ren zur Herstellung eines keramischen Vielschichtsubstrats
anzugeben, wobei die Gefahr der Rißbildung vermindert ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind den weiteren Patentansprüchen zu entnehmen.

- 5 Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Substrats angegeben, wobei in einem ersten Schritt ein Grundkörper bereitgestellt wird. Der Grundkörper weist einen Stapel von übereinanderliegenden Schichten auf. Die übereinanderliegenden Schichten enthalten ungesintertes Keramikmaterial,
10 welches ferner noch ein Bindemittel enthält. Eine Schicht weist eine elektrisch leitende Durchführung auf. In einem weiteren Schritt werden Schichten entbindert, wobei während des Entbinderns eine Mindesttemperatur gehalten wird. In einem darauffolgenden Schritt wird eine eine Durchführung enthaltende Schicht gesintert, wobei das Sintern bei einer Temperatur stattfindet, die größer ist als die Mindesttemperatur während des Entbinderns. Während der gesamten Dauer der beiden letztgenannten Verfahrensschritte wird die Temperatur T des Grundkörpers gerechnet vom Beginn des Entbinderns bis zum
15 Ende des Sinterns so gehalten, daß sie wenigstens halb so groß ist, wie die Mindesttemperatur während des Entbinderns.
- 20

Das Verfahren hat den Vorteil, daß ein Abkühlen des Grundkörpers zwischen dem Entbindern und dem Sintern vermieden wird.

- 5 Das Abkühlen des Grundkörpers zwischen dem Entbindern und dem Sintern birgt nämlich die Gefahr in sich, daß aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der elektrisch leitenden Durchführung und der umgebenden Schicht Risse entstehen. Aufgrund des Verfahrens wird die Abkühlung
30 vermieden, wodurch auch die Gefahr der Entstehung von Rissen vermindert werden kann. Zwar wird Grundkörper nach dem Sintern abgekühlt, in diesem Stadium haben jedoch die Keramikmaterialien bereits eine ausreichende Festigkeit, um die Gefahr der Entstehung von Rissen wirksam zu vermindern.

35

Das Abkühlen des Grundkörpers erfolgt also erst in einem Stadium, wo die Festigkeit der Keramiksichten bereits ausrei-

chend ist, um die Gefahr der Entstehung von Rissen zu vermindern.

Unter Entbindern soll ein Prozeß verstanden werden, der geeignet ist, die Bindemittel aus den Schichten zu verflüchtigen.

Vorteilhafterweise kann als Stapel von übereinanderliegenden Schichten ein Stapel verwendet werden, bei dem eine Keramikmaterial enthaltende Schicht einen Durchbruch aufweist, welcher mit einer metallhaltigen Paste gefüllt ist. Dies hat den Vorteil, daß die elektrisch leitende Durchführung auf einfache Art und Weise hergestellt werden kann.

15 Die ungesintertes Keramikmaterial enthaltenden Schichten, welche üblicherweise auch als Grünfolien bezeichnet werden, können bereits vor der Bildung des Stapels mit Durchbrüchen versehen werden. Dies kann beispielsweise mittels Stanzen geschehen. Nach dem Stanzen werden die Durchbrüche mit einer 20 metallhaltigen Paste gefüllt. Erst danach werden die Grünfolien übereinandergestapelt und durch Laminieren der Grundkörper hergestellt.

5 Vorteilhafterweise kann als metallhaltige Paste eine Paste verwendet werden, die Silber enthält.

Desweiteren ist es vorteilhaft, wenn in dem Stapel von übereinanderliegenden Schichten wenigstens zwei voneinander verschiedene Keramikmaterialien enthalten sind. Beispielsweise 30 kommt es in Betracht, für eine im Innern des Stapels liegende Grünfolie ein Keramikmaterial zu verwenden, welches eine Dielektrizitätskonstante von $\epsilon = 20$ aufweist. Dadurch gelingt die Herstellung von keramischen Substraten, die Kondensatoren einer hohen Kapazität enthalten. Desweiteren ist es vorteilhaft, die unterste und die oberste Schicht des Stapels von 35 übereinanderliegenden Schichten mittels eines Keramikmateri-

als herzustellen, das eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon = 8$ enthält.

Desweiteren ist es vorteilhaft, die Materialien gemäß der 5 folgenden Regel auszuwählen:

Ein erstes im Grundkörper enthaltenes Keramikmaterial sintert bei einer Temperatur T_{S1} . Ein zweites im Grundkörper enthaltenes Keramikmaterial sintert bei einer Temperatur T_{S3} . Ferner sintert die im Grundkörper enthaltene metallhaltige Paste bei einer Temperatur T_{S2} . Ferner gilt:

$$T_{S1} < T_{S2} < T_{S3}.$$

Dadurch kann erreicht werden, daß die Gefahr der Delamination 15 des Substrats während des Sinterns noch wirksamer vermindert werden kann.

Für die Dielektrizitätskonstante ϵ_1 desjenigen Keramikmaterials, das die kleinere Dielektrizitätskonstante aufweist, kann 20 vorteilhafte Weise gelten: $7 \leq \epsilon_1 < 8,5$.

Ferner kann für die Dielektrizitätskonstante ϵ_2 desjenigen Keramikmaterials, das die größere Dielektrizitätskonstante aufweist, gelten: $18 \leq \epsilon_2 \leq 22$.

Es ist darüber hinaus vorteilhaft, wenn die Verfahrensschritte Entbinden und Sintern in ein und demselben Ofen durchgeführt werden. Dies erleichtert das Halten der Mindesttemperatur, ferner wird das Verfahren dadurch vereinfacht, da der 30 Wechsel des Ofens vermieden wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispieles und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

35 Figur 1 zeigt beispielhaft den Temperaturverlauf während der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

in einem Diagramm, bei dem die Temperatur über der Zeit aufgetragen ist.

Figur 2 zeigt beispielhaft ein mit erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Substrat in einem schematischen Querschnitt.

Figur 1 zeigt ein beispielhaftes Temperaturprofil für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Einer oder auch mehrere Grundkörper werden beginnend bei Raumtemperatur während einer Dauer von 3 Stunden auf eine Temperatur T_1 aufgeheizt. Diese Temperatur T_1 beträgt in dem Beispiel aus Figur 1 150° C. Dies ist die Mindesttemperatur, die während des Entbinderns nicht unterschritten werden sollte. Im weiteren Verlauf des Verfahrens zur Herstellung eines keramischen Substrats wird die Temperatur rampenförmig auf eine Temperatur T_{S1} erhöht. Dies dauert relativ lange, nämlich 40 Stunden lang. Während dieser Zeitspanne schreitet der Entbinderungsprozeß fort, wobei es nicht zwingend ist, die Temperatur bis auf eine Temperatur T_{S1} von zirka 650° zu erhöhen. Bei entsprechend langer Dauer kann das Entbinden auch bei niedrigeren Temperaturen, nicht jedoch tiefer als T_1 stattfinden.

Für das beispielhafte Temperaturprofil aus Figur 1 wird ein keramisches Substrat gemäß Figur 2 betrachtet. Dieses keramische Substrat umfaßt einen Grundkörper 1, welcher einen Stapel 1a von übereinanderliegenden Schichten 2, 3 enthält. Die übereinanderliegenden Schichten 2, 3 enthalten ein ungesintertes Keramikmaterial, welches seinerseits ein Bindemittel 30 enthält. Dabei sind die Schichten 2 so ausgeführt, daß sie mittels eines sogenannten K8-Materials gefertigt werden. Dies bedeutet, daß das in den Schichten 2 enthaltene Keramikmaterial eine Dielektrizitätskonstante ϵ_1 von zirka 8 aufweist. Zwischen den beiden Schichten 2 befindet sich noch eine wei- 35 tere ein Keramikmaterial enthaltende Schicht 3. Diese Schicht 3 ist so ausgeführt, daß sie ein sogenanntes K20-Material enthält. Dies ist ein Keramikmaterial, welches eine Dielek-

trizitätskonstante ϵ_2 von etwa 20 aufweist. Ferner enthalten die Schichten 2, 3 Durchbrüche, die mit einer metallhaltigen Paste gefüllt sind. Diese mit einer metallhaltigen Paste gefüllten Durchbrüche bilden elektrisch leitende Durchführungen

5 4. Zu beiden Seiten der Schicht 3 sind Innenelektroden 6 angeordnet, die zusammen mit der Schicht 3 einen Kondensator bilden. Der Kondensator ist mit einem elektrischen Bauelement 5 auf der Oberseite des Grundkörpers 1 elektrisch leitend verbunden. Die Sintertemperaturen der Materialien in den

10 Schichten 2 und 3 beziehungsweise in der elektrisch leitenden Durchführung 4 sind so gewählt, daß für die Sintertemperatur T_{S1} des in der Schicht 2 enthaltenen Keramikmaterials, für die Sintertemperatur T_{S3} des in der Schicht 3 enthaltenen Keramikmaterials sowie für die Sintertemperatur T_{S2} der elektrisch leitenden Durchführung 4 gilt: $T_{S1} < T_{S2} < T_{S3}$. Gemäß

15 Figur 1 gilt für die Temperaturen:

$$\begin{aligned} T_{S1} &= 650^\circ \text{ C} \\ T_{S2} &= 700^\circ \text{ C} \\ 20 \quad T_{S3} &= 900^\circ \text{ C} = T_2. \end{aligned}$$

Daraus geht hervor, daß nach der über die lange Dauer von 40 Stunden hochgefahrenen Rampe eine Temperatur von 650° C erreicht wird, bei der das erste Keramikmaterial sintert. Nach diesem Entbinderungs- beziehungsweise Sinterprozeß wird nun nicht die Temperatur des Grundkörpers abgesenkt, um ihn beispielsweise in einen Förderband geeigneten Ofen überzuführen. Vielmehr die Temperatur weiterhin hochgehalten beziehungsweise sogar noch erhöht, nämlich innerhalb von 2 Stunden auf die

30 Temperatur T_{S2} , auf 700° C . Dies ist die Temperatur, bei der die elektrisch leitende Durchführung sintert. Eine weitere Erhöhung der Temperatur ist erforderlich, um auch das zweite, in der Schicht 3 enthaltene Keramikmaterial zu sintern. Dies wird erreicht, indem innerhalb von 3 weiteren Stunden die

35 Temperatur des Grundkörpers 1 auf eine Temperatur T_2 , nämlich 900° C erhöht wird. Diese Temperatur braucht nun lediglich für 0,25 Stunden gehalten zu werden, um das Sintern des in

der Schicht 3 enthaltenen Keramikmaterials zu vollenden. Dies liegt daran, daß das Keramikmaterial der Schicht 3 relativ schnell sintert.

5 Erst danach, wenn alle Schichten und Materialien des Grundkörpers gesintert sind, wird gemäß Figur 1 die Temperatur langsam auf Raumtemperatur heruntergefahren.

10 Die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf die Herstellung von Substraten, die K8- beziehungsweise K20-Materialien enthalten, sondern ist auf jede Art von keramischen Substraten, die Durchkontakteierungen beziehungsweise elektrisch leitende Durchführungen enthalten, anwendbar.

Bezugszeichenliste

- 1 Grundkörper
- 1a Stapel
- 5 2 Schicht
- 3 Schicht
- 4 Durchführung
- 5 elektrisches Bauelement
- 6 Innenelektrode
- 10 T_1 Temperatur zum Entbindern
- T_2 Temperatur zum Sintern
- T_{S1}, T_{S2}, T_{S3} Sintertemperaturen
- T Temperatur
- t Zeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Substrats mit folgenden Schritten:
 - 5 a) Bereitstellen eines Grundkörpers (1) mit einem Stapel (1a) von übereinanderliegenden Schichten (2, 3), die ein ungesintertes Keramikmaterial und ein Bindemittel enthalten, bei dem eine Schicht (3) eine elektrisch leitende Durchführung (4) enthält
 - 10 b) Entbindern der Schichten (2, 3) bei einer Temperatur größer als eine Mindesttemperatur T_1
 - c) Sintern der Schicht (3) bei einer Temperatur $T_2 > T_1$, wobei für die Temperatur T des Grundkörpers (1) während der gesamten Dauer vom Beginn des Verfahrensschritts b) bis zum Ende des Verfahrensschritts c) gilt:
$$T \geq 0,5 \times T_1.$$
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Stapel (1a) mit einer Keramikmaterial enthaltenden Schicht (2, 3) verwendet wird, die einen Durchbruch aufweist, welcher mit einer metallhaltigen Paste gefüllt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei eine Paste verwendet wird, die Silber enthält.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in den übereinanderliegenden Schichten (2, 3) wenigstens zwei voneinander verschiedene Keramikmaterialien enthalten sind.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei ein erstes im Grundkörper (1) enthaltenes Keramikmaterial bei einer Temperatur T_{S1} sintert, wobei ein zweites im Grundkörper (1) enthaltenes Keramikmaterial bei einer Temperatur T_{S3} sintert und wobei eine im Grundkörper (1) enthaltene metallhaltige Paste bei einer Temperatur T_{S2} sintert und wobei gilt: $T_{S1} < T_{S2} < T_{S3}$.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
wobei ein erstes im Grundkörper (1) enthaltenes Keramikmate-
rial im gesinterten Zustand eine Dielektrizitätskonstante ϵ_1
5 aufweist, wobei gilt: $7 \leq \epsilon_1 \leq 8,5$ und
wobei ein zweites im Grundkörper (1) enthaltenes Keramikmate-
rial im gesinterten Zustand eine Dielektrizitätskonstante ϵ_2
aufweist, wobei gilt: $18 \leq \epsilon_2 \leq 22$.

10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Verfahrensschritte b) und c) in ein und demselben
Ofen durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines keramischen Substrats

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Vielschichtsubstrats, wobei die Schritte Entbinden und Sintern direkt aufeinanderfolgen, ohne daß zwischen- durch abgekühlt wird. Dadurch wird der Vorteil erzielt, daß die Gefahr der Rißbildung vermindert ist.

10

Figur 1

--

P2002, 0.642 DEE

1/2

Fig. 1

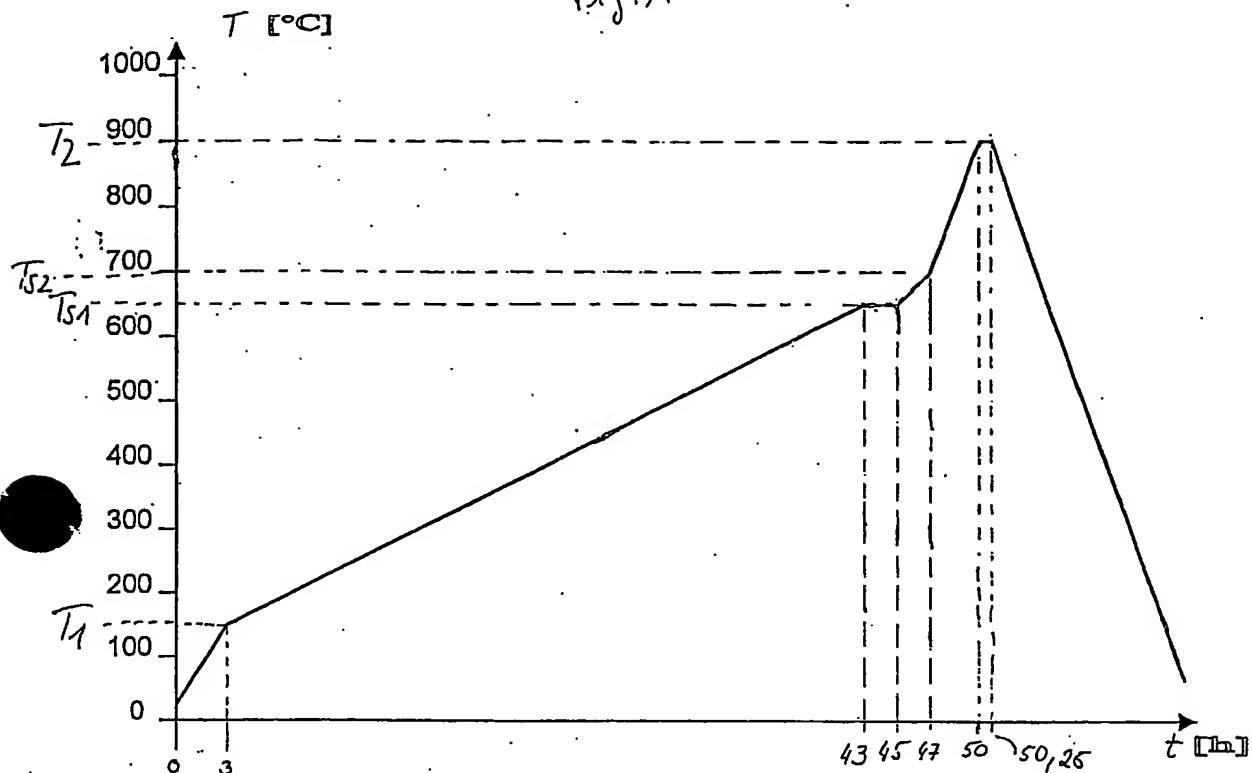
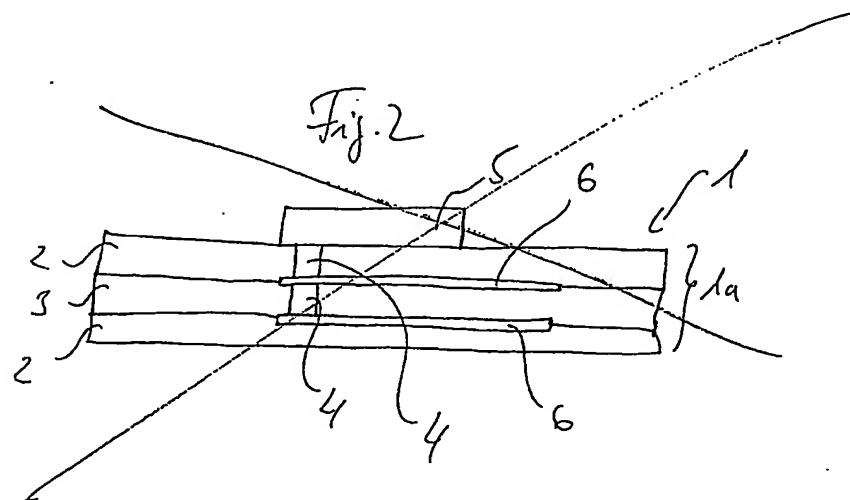


Fig. 2



P2002, 0642 DE

2/2

Fig. 2

